

骨密度に影響を及ぼす要因に関する検討

—和歌山県一地域における骨密度調査より—

上田 晃子* 吉村 典子* 森岡 聖次*
笠松 隆洋* 木下 裕文^{2*} 橋本 勉*

和歌山県美山村において総合的な地域健康管理をめざしてコホート集団を設定し、健康と生活習慣に関する質問調査を行った。この集団を対象に中高年の骨密度に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的に400人(40~79歳)を抽出し、DXA法を用いて腰椎および大腿骨頸部の骨密度を測定した。

週1時間以上の運動習慣を有する者は、運動をほとんどしない者に比べて70歳代女性で腰椎および大腿骨頸部の骨密度は有意に高値を示した。一方、1日の歩行時間が1時間以上の者の腰椎骨密度は1時間未満の者に比べて40歳代男性、50歳代女性で低値を示した。牛乳摂取状況、喫煙状況別にみた骨密度は、有意差を認めなかった。60歳代、70歳代男性では飲酒習慣を有する者の大腿骨頸部骨密度は飲酒習慣のない者に比べて有意に高値であった。

女性の出産歴、月経状況と骨密度との関連については、出産回数が多い60歳代女性の大腿骨頸部骨密度は、少ない者に比べて有意に高かった。初潮が早い女性では、初潮が遅い者に比べて腰椎および大腿骨頸部骨密度は50歳代で有意に高値を示したが、60歳代、70歳代では差を認めなかった。閉経前女性と自然閉経後の女性の骨密度を年齢をマッチングさせて比較すると、閉経後群の骨密度は閉経前群と比べて有意に低かった。

骨密度を外的基準とする数量化理論I類による分析の結果、年齢および女性の閉経の影響が大きかったが、飲酒および女性の運動は骨密度を増加させる方向に働き、生活要因から骨粗鬆症予防の可能性が示唆された。

Key words: 骨粗鬆症, 骨密度, DXA, ライフスタイル, 妊娠出産歴, 閉経

I 緒言

老人の寝たきりの原因となり、生活の質(quality of life; QOL)を著しく損なう大腿骨頸部骨折は、わが国の急速な高齢化にともない重要な課題となっている。とりわけ骨折の原因となる骨粗鬆症では骨密度の低下が認められるので、骨密度に影響をおよぼす要因を明らかにすることは骨折の予防につながり、有意義であると思われる。我々は和歌山県美山村の地域住民を対象にコホート集団を設定し、健康と生活習慣に関する質問調査を実施した。この集団を対象に400人(40~79歳)を抽出し、骨密度を測定した。骨密度に影響をおよぼす要因としては、まず性、年齢があげられる。高齢になるほど骨密度は低値を示し、女性の

骨密度はいずれの年代でも男性に比べて低かったことはすでに報告した^{1,2)}。今回我々は骨密度に影響を及ぼす生活要因および、女性の骨密度に及ぼす月経、出産歴の影響について検討したので報告する。

II 研究方法

対象地区や対象者の選定方法についてはすでに報告しているが^{1,2)}、ここでは概要を簡単に述べる。和歌山県美山村は、県山間部に位置し、面積は168.6 km²である。人口は平成2年国勢調査で2,319人、老年人口割合28.7%と高齢化が進み、転入は少なく、転出の多い地域である。主要産業は農林業で、第一次産業就業割合は34.8%を占める。同村において昭和63年住民台帳をもとに40歳以上79歳以下の住民1,543人(男716人、女827人)からなるコホート集団を設定し、循環器検診、がん検診などを行い、データリネージによる総合的健康管理を行っている。この集団を対象に昭和

* 和歌山県立医科大学公衆衛生学教室

^{2*} 和歌山県立医科大学整形外科学教室
連絡先: 〒640 和歌山市九番丁27

和歌山県立医科大学公衆衛生学教室 上田晃子

63年11月から平成元年11月にかけて、健康と生活習慣に関する質問調査を行った。また平成2年2~3月には40~79歳の各年代別に、男女各50人、計400人を抽出し、骨密度調査を行った。健康と生活習慣に関する質問調査は、自記留置式で行い、調査員が記入もれの点検を行い回収した。調査票は、がん予防要因解明のための全国10万人のコホートを対象とする青木班³⁾の質問票を用い、同じ方法で調査が行われている。調査項目は既往歴、家族歴、食生活、嗜好、職歴、精神心理など15ページ、123項目からなり、今回我々は、骨密度に影響を及ぼす要因を明らかにするために、健康と生活習慣に関する調査項目のうち男女共通の項目として、運動、牛乳摂取、飲酒、男性については喫煙、女性については、出産歴、月経の状況を選び、骨密度との関連について検討した。調査内容は以下のとおりである。

①運動習慣・歩行時間

運動習慣については、「1週間にスポーツ・運動をどれくらい行いますか」という質問に対して、「5時間以上」、「3~4時間」、「1~2時間」、「ほとんどしない」の4つの選択枝から回答する形式である。

歩行時間については、「室内または戸外で歩く時間は1日平均してどれくらいですか」という質問に対して、「1時間以上」、「30分~1時間以内」、「30分位」、「ほとんどしない」の4つの選択枝から回答する形式である。

②牛乳摂取状況

牛乳摂取状況については、牛乳を飲む頻度を「ほとんど飲まない」、「月に1~2回」、「週に1~2回」、「週に3~4回」、「ほとんど毎日」の4つの選択枝から回答する形式となっている。

③飲酒習慣

飲酒習慣については、「アルコール飲料を飲むか」という質問に対して、「飲む」、「以前は飲んだが今はやめている」、「ほとんど飲まない」の3つの選択枝から回答する形式である。

④喫煙習慣

喫煙習慣については、「タバコをすうか」という質問に対して、「すっている」、「以前はすっていたがやめた」、「すわない」の3つの選択枝から回答する形式である。

⑤出産歴・月経の状況

出産歴、月経の状況については出産回数、初潮年齢、閉経年齢を記入する形式となっており、閉経年齢を記入した者は、閉経の状況が「自然に」、「手術で」のいずれかを選ぶ形式である。ここでは閉経年齢を記入している者を閉経後、記入のない者を未閉経とした。

骨密度測定方法は、dual energy X-ray absorptiometry (DXA) 法による定量的骨塩量測定装置 (Lunar DPX) を用い、測定部位は第2~第4腰椎前後像と大腿骨近位部 (頸部、Wward三角、大転子) とした。

骨密度に影響を及ぼす要因を検討するために要因の有無別に2群に分類し、第2~第4腰椎の骨密度の平均値 (L_2-L_4)、大腿骨頸部の骨密度の平均値と標準偏差を性・年代別に算出し、比較検討した。それぞれの分類の値については結果のところを示したが、2群がほぼ2分の1ずつに分かれるよう、カテゴリーを分類した。出産回数については中央値、初潮年齢、月経年数については平均値で分類した。出産回数および初潮年齢については、50歳以上の女性150人について、月経年数については自然閉経後の50歳以上の女性112人について検討を行った。各群の統計学的検定にはt検定を用いた。

また女性については骨密度に及ぼす閉経の影響を明らかにするために、自然閉経後の女性118人と閉経前の女性56人より、年齢をマッチングさせ、閉経後の女性10人と閉経前の女性10人 (47歳-55歳) を選び、両群の腰椎、大腿骨頸部の骨密度を比較した。

要因間の影響を除外し、骨密度に影響を及ぼす要因について検討するために、骨密度を外的基準とし、有意差の認められた項目を説明変数とする数量化理論I類を用いた多変量解析を行った。

Ⅲ 結 果

1. 性・年齢別骨密度分布

性・年齢別骨密度の値についてはすでに報告しているが、骨密度に影響を与える要因を論ずる際に必要なため改めて報告する。第2~第4腰椎の骨密度の平均値は、男性は40歳代、50歳代、60歳代、70歳代それぞれ1.19 g/cm²、1.15 g/cm²、1.03 g/cm²、1.06 g/cm²、女性は1.18 g/cm²、0.99 g/cm²、0.84 g/cm²、0.78 g/cm²であった。男性では40歳

代から60歳代にかけて骨密度は低下し、60歳代から70歳代でわずかに上昇したが、60歳代との有意差は認めなかった。女性では骨密度は高い年代ほど低値を示し、特に40歳代から60歳代で著明な低下を示した。大腿骨頸部については男性で40歳代、50歳代、60歳代、70歳代それぞれ0.98 g/cm²、0.91 g/cm²、0.83 g/cm²、0.78 g/cm²、女性は0.88 g/cm²、0.75 g/cm²、0.68 g/cm²、0.63 g/cm²と高い年代ほど低値を示した²⁾。

2. 各調査項目の出現頻度

生活習慣項目の出現頻度を表1に示した。運動習慣を有する者は、男性30.5%、女性16.5%であった。1日の歩行時間が1時間以上の者は、男性64.0%、女性71.0%であった。牛乳摂取頻度が週3~4回以上の者は男性38.5%、女性40.5%であった。現在飲酒習慣を有する者は男性66.7%、女性18.5%であった。喫煙習慣を有する者は男性51.3%、女性4.5%であった。

女性の妊娠出産歴・月経に関する項目の頻度を表2に示した。50歳以上の女性で出産回数が4回以上の者は57.7%であり、50歳代では12.0%、60歳代36.0%、70歳代78.0%であった。初潮年齢が16歳以上の者は69.8%であった。自然閉経後の50歳以上の女性で月経年数が32年以上の者は58.9%であった。

3. 骨密度に影響を及ぼす要因についての検討

1) 運動習慣・歩行時間

運動習慣と腰椎骨密度との関連を図1に示した。男性の腰椎の骨密度の平均値を1週間に1時間以上の運動・スポーツ習慣を有する群と運動・

スポーツをほとんどしない群とで比較すると各年代それぞれ40歳代では1.16 g/cm²と1.20 g/cm²、50歳代1.21 g/cm²と1.13 g/cm²、60歳代1.01 g/cm²と1.04 g/cm²、70歳代1.04 g/cm²と1.06 g/cm²であった。女性ではそれぞれ40歳代1.20 g/cm²と1.18 g/cm²、50歳代1.12 g/cm²と0.98 g/cm²、60歳代0.76 g/cm²と0.86 g/cm²、70歳代0.91 g/cm²と0.75 g/cm²であった。

大腿骨頸部の骨密度の平均値を1週間に1時間以上の運動・スポーツ習慣を有する群と運動・スポーツをほとんどしない群とで比較すると男性ではそれぞれ40歳代0.98 g/cm²と0.98 g/cm²、50歳代0.91 g/cm²と0.91 g/cm²、60歳代0.79 g/cm²と0.83 g/cm²、70歳代0.77 g/cm²と0.79 g/cm²であった。女性ではそれぞれ40歳代0.93 g/cm²と0.87 g/cm²、50歳代0.80 g/cm²と0.75 g/cm²、60歳代0.65 g/cm²と0.68 g/cm²、70歳代0.70 g/cm²と0.61 g/cm²であった。男性では腰椎および大腿骨頸部の骨密度は、いずれの年代でも2群間の差を認めなかった。女性では70歳代で運動習慣を有する者の骨密度は、運動をほとんどしない者に比べて、腰椎、大腿骨頸部ともに有意に高かった。女性の他の年代では2群間で差を認めなかった。

歩行時間と腰椎骨密度との関連を図2に示した。男性の腰椎の骨密度を1日の歩行時間が1時間以上の群と1時間未満の群とで比較すると、各年代それぞれ40歳代1.11 g/cm²と1.25 g/cm²、50歳代1.13 g/cm²と1.21 g/cm²、60歳代1.03 g/cm²と1.04 g/cm²、70歳代1.04 g/cm²と1.11 g/cm²であった。女性ではそれぞれ40歳代1.18 g/cm²と1.20 g/cm²、50歳代0.95 g/cm²と1.09 g/cm²、60歳代0.86 g/cm²と0.81 g/cm²、70歳代0.76 g/cm²と0.83 g/cm²であった。歩行時間が1時間以上の群

表1 生活習慣項目の出現頻度

| 項 | 目 | 男 | 女 |
|------|---------|-----------|-----------|
| | | 頻度(%) | 頻度(%) |
| 運動習慣 | あり | 61(30.5) | 33(16.5) |
| | なし | 138(69.5) | 167(83.5) |
| 歩行時間 | 1時間以上 | 128(64.0) | 142(71.0) |
| | 1時間未満 | 72(36.0) | 58(29.0) |
| 牛乳摂取 | 週3~4回以上 | 77(38.5) | 81(40.5) |
| | 週1~2回以下 | 123(61.5) | 119(59.5) |
| 飲酒習慣 | あり | 132(66.7) | 37(18.5) |
| | なし | 66(33.3) | 163(81.5) |
| 喫煙習慣 | 吸っている | 102(51.3) | 9(4.5) |
| | 吸わない | 97(48.7) | 191(95.5) |

表2 女性の妊娠出産歴、月経に関する項目の出現頻度

| 項 | 目 | 頻度(%) |
|-------------------|-------|-----------|
| 出産回数 [†] | 4回以上 | 63(57.7) |
| | 3回以下 | 86(42.3) |
| 初潮年齢 [†] | 16歳以上 | 104(69.8) |
| | 15歳以下 | 45(30.2) |
| 月経年数 [*] | 32年以上 | 66(58.9) |
| | 32年未満 | 46(41.1) |

[†] 50歳以上, ^{*} 50歳以上, 自然閉経

図 1 運動習慣と骨密度との関連

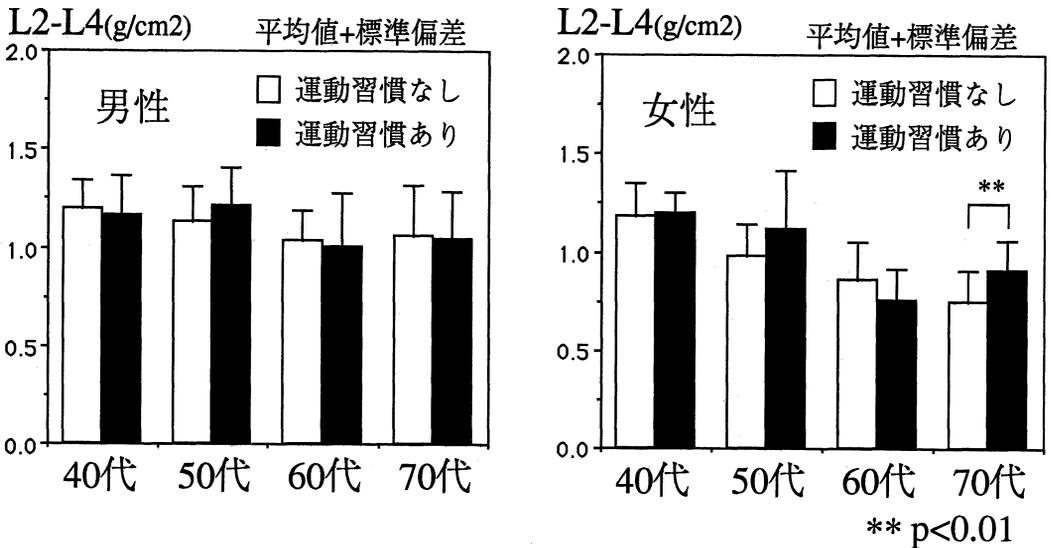
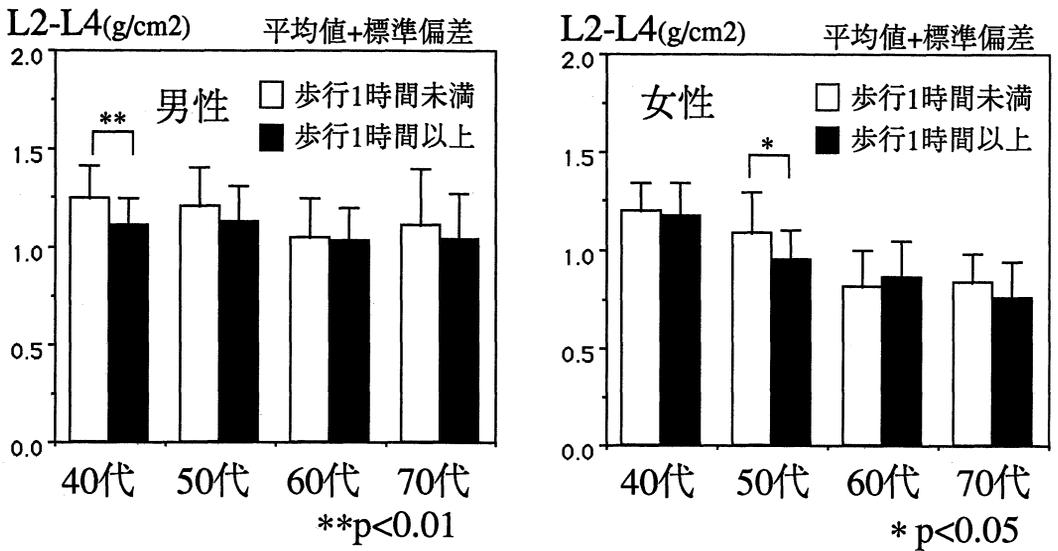


図 2 歩行時間と骨密度との関連



の腰椎の骨密度は、40歳代男性、50歳代女性で1時間未満の群に比べて有意に低かった。

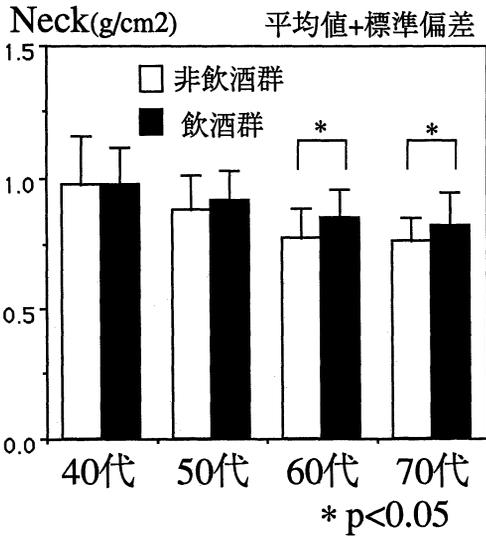
大腿骨頸部の骨密度の平均値を1日の歩行時間が1時間以上の群と1時間未満の群とで比較すると男性ではそれぞれ40歳代0.95 g/cm²と1.00 g/cm²、50歳代0.89 g/cm²と0.95 g/cm²、60歳代0.81 g/cm²と0.86 g/cm²、70歳代0.78 g/cm²と0.80 g/cm²であった。女性ではそれぞれ40歳代0.88 g/cm²と0.89 g/cm²、50歳代0.75 g/cm²と0.76 g/cm²、

60歳代0.69 g/cm²と0.65 g/cm²、70歳代0.61 g/cm²と0.66 g/cm²であった。大腿骨頸部の骨密度は2群間で有意差を認めなかった。

2) 牛乳摂取状況

図には示さなかったが、現在週3~4回以上牛乳を飲む群の腰椎の骨密度と週1~2回以下の群の骨密度を比較すると、男性では40歳代1.20 g/cm²と1.18 g/cm²、50歳代1.13 g/cm²と1.17 g/cm²、60歳代1.01 g/cm²と1.04 g/cm²、70歳代1.09 g/cm²

図3 飲酒と骨密度との関連



と1.03 g/cm²であった。女性ではそれぞれ40歳代1.21 g/cm²と1.15 g/cm², 50歳代1.02 g/cm²と0.96 g/cm², 60歳代0.85 g/cm²と0.84 g/cm², 70歳代0.79 g/cm²と0.77 g/cm²であった。

大腿骨頸部の骨密度を現在週3~4回以上牛乳を飲む群と週1~2回以下の群とで比較すると、男性ではそれぞれ40歳代1.00 g/cm²と0.96 g/cm², 50歳代0.90 g/cm²と0.91 g/cm², 60歳代0.80 g/cm²と0.84 g/cm², 70歳代0.78 g/cm²と0.79 g/cm²であった。女性ではそれぞれ40歳代0.90 g/cm²と0.86 g/cm², 50歳代0.78 g/cm²と0.72 g/cm², 60歳代0.66 g/cm²と0.68 g/cm², 70歳代0.63 g/cm²と0.62 g/cm²であった。現在週3~4回以上牛乳を飲む群の腰椎および大腿骨頸部の骨密度は男女とも週1~2回以下の者に比べて有意差を認めなかった。

3) 飲酒習慣

男性について飲酒習慣のある者と飲酒習慣のない者の2群の骨密度を比較し、図3に示した。大腿骨頸部骨密度の平均値は飲酒群と非飲酒群それぞれ40歳代では0.98 g/cm²と0.98 g/cm², 50歳代0.92 g/cm²と0.88 g/cm², 60歳代0.85 g/cm²と0.77 g/cm², 70歳代0.82 g/cm²と0.76 g/cm²であった。飲酒群の大腿骨頸部骨密度は、非飲酒群と比べ60歳代, 70歳代で有意に高い値を示した。また腰椎の骨密度の平均値は、飲酒群, 非飲酒群それぞれ

40歳代1.19 g/cm²と1.19 g/cm², 50歳代1.16 g/cm²と1.14 g/cm², 60歳代1.06 g/cm²と0.98 g/cm², 70歳代1.06 g/cm²と1.05 g/cm²であった。腰椎の骨密度については、飲酒群は60歳代で非飲酒群に比べ高い傾向を認めたが有意ではなかった。

女性については大腿骨頸部骨密度の平均値を飲酒群と非飲酒群とで比較すると、40歳代0.87 g/cm²と0.89 g/cm², 50歳代0.78 g/cm²と0.74 g/cm², 60歳代0.71 g/cm²と0.67 g/cm², 70歳代0.69 g/cm²と0.62 g/cm²であった。飲酒群の大腿骨頸部骨密度は、非飲酒群と比べ有意差を認めなかった。腰椎の骨密度の平均値はそれぞれ40歳代1.20 g/cm²と1.18 g/cm², 50歳代1.08 g/cm²と0.96 g/cm², 60歳代0.94 g/cm²と0.83 g/cm², 70歳代0.87 g/cm²と0.77 g/cm²であった。腰椎の骨密度については、飲酒群は50歳代~70歳代で高い傾向を示したが有意ではなかった。

4) 喫煙習慣

図には示さなかったが、男性について喫煙者, 非喫煙者の2群に分け、骨密度を比較した。腰椎の骨密度の平均値は、喫煙者, 非喫煙者それぞれ40歳代1.18 g/cm²と1.21 g/cm², 50歳代1.15 g/cm²と1.16 g/cm², 60歳代1.02 g/cm²と1.04 g/cm², 70歳代1.02 g/cm²と1.08 g/cm²であった。喫煙者の腰椎骨密度は、非喫煙者と比べ有意差を認めなかった。

大腿骨頸部の骨密度の平均値を喫煙者と非喫煙者とで比較すると、40歳代0.99 g/cm²と0.96 g/cm², 50歳代0.93 g/cm²と0.89 g/cm², 60歳代0.81 g/cm²と0.84 g/cm², 70歳代0.75 g/cm²と0.81 g/cm²であった。70歳代男性では喫煙者の大腿骨頸部骨密度は非喫煙者に比べて低い傾向を示したが有意ではなかった。他の年代でも喫煙者の大腿骨頸部骨密度は、非喫煙者と比べ有意差を認めなかった。

5) 出産歴・月経の状況

50歳以上の女性150人を出産歴によって2群に分類し、各群の平均骨密度を図4に示した。出産回数4回以上の者と出産回数3回以下の者の大腿骨頸部骨密度の平均値を比較すると50歳代0.72 g/cm²と0.75 g/cm², 60歳代0.72 g/cm²と0.65 g/cm², 70歳代0.62 g/cm²と0.63 g/cm²であった。出産回数4回以上の者の大腿骨頸部骨密度は3回以下の者に比べ、60歳代で有意に高値を示した

図 4 出産歴と骨密度との関連

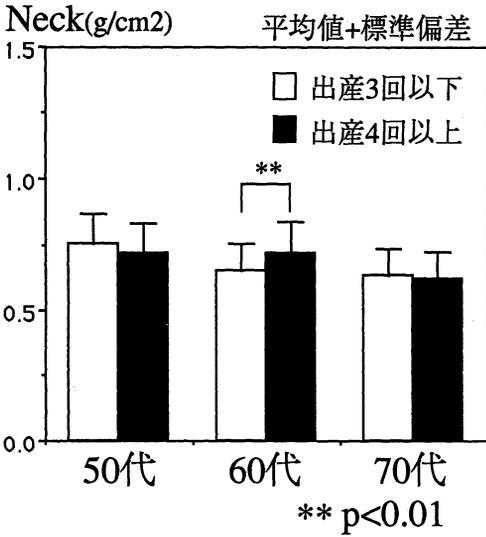


図 6 月経年数と骨密度との関連

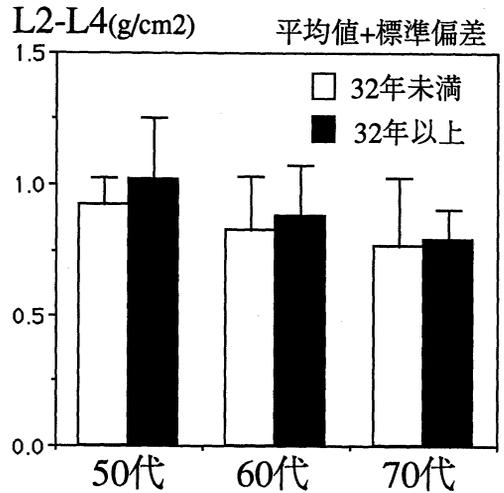
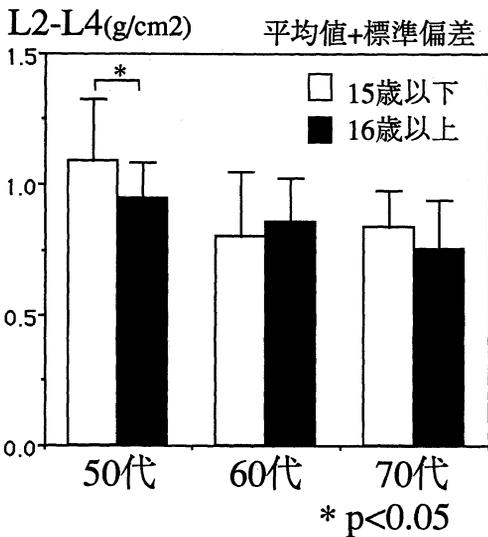


図 5 初潮年齢と骨密度との関連



が、他の年代では差を認めなかった。腰椎の骨密度については、出産回数 4 回以上の者と 3 回以下の者それぞれ 50 歳代 0.96 g/cm² と 0.99 g/cm²、60 歳代 0.90 g/cm² と 0.81 g/cm²、70 歳代 0.77 g/cm² と 0.81 g/cm² であった。出産回数 4 回以上の者の腰椎の骨密度は、3 回以下の者に比べて 60 歳代で高い傾向を認め、他の年代では差を認めなかった。

また 50 歳以上の女性について初潮年齢によって 2 群に分類し、各群の平均骨密度を図 5 に示した。初潮年齢が 15 歳以下の者と 16 歳以上の者の腰椎の骨密度を比較すると 50 歳代 1.09 g/cm² と 0.95 g/cm²、60 歳代 0.80 g/cm² と 0.86 g/cm²、70 歳代 0.83 g/cm² と 0.75 g/cm² であった。大腿骨頸部骨密度ではそれぞれ 50 歳代 0.80 g/cm² と 0.73 g/cm²、60 歳代 0.66 g/cm² と 0.68 g/cm²、70 歳代 0.66 g/cm² と 0.61 g/cm² であった。初潮年齢が 15 歳以下の者の骨密度は 16 歳以上の者に比べて、腰椎および大腿骨頸部両部位で 50 歳代で有意に高値を示した。他の年代では 2 群間の差を認めなかった。

自然閉経後の 50 歳以上の女性 112 人について、月経年数により 2 群に分類し骨密度を比較し図 6 に示した。月経年数が 32 年以上の者と 32 年未満の者の腰椎骨密度はそれぞれ 50 歳代では 1.02 g/cm² と 0.92 g/cm²、60 歳代 0.88 g/cm² と 0.83 g/cm²、70 歳代 0.79 g/cm² と 0.77 g/cm² であった。月経年数が 32 年以上の者の腰椎骨密度は、50 歳代、60 歳代で 32 年未満の者に比べて骨密度は高い傾向を示したが、70 歳代では差を認めなかった。大腿骨頸部骨密度についてはそれぞれ、50 歳代 0.75 g/cm² と 0.74 g/cm²、60 歳代 0.68 g/cm² と 0.68 g/cm²、70 歳代 0.63 g/cm² と 0.62 g/cm² であった。大腿骨頸部の骨密度は 2 群間で差を認めなかった。

6) 閉経の影響

女性の骨密度低下に及ぼす閉経の影響を明らか

表3 閉経前後における骨密度の比較

| 区分 | 人数 | L2~L4 | 大腿骨頸部 |
|-------|----|-------------|------------|
| 閉経前 | 10 | 1.16±0.19 | 0.83±0.14 |
| 自然閉経後 | 10 | 0.91±0.11** | 0.71±0.04* |

* p<0.05, ** p<0.01

にするため、自然閉経後の女性118人、閉経前の女性56人より、年齢をマッチングさせ、閉経後の女性10人と閉経前の女性10人（47歳-55歳）を選び、両群の腰椎および大腿骨頸部の骨密度を比較し表3に示した。閉経後群の閉経後年数の平均値（±標準偏差）は3.6(±2.3)年であった。自然閉経後群の骨密度は閉経前群と比べ、腰椎、大腿骨頸部のいずれの部位でも統計学的に有意に低かった。

4. 数量化理論I類による検討

腰椎および大腿骨頸部の骨密度を外的基準とし、以上の検討で有意差の認められた項目を説明変数とする数量化理論I類を用いた多変量解析を行い、その結果を図7と図8に示した。男性では年齢、運動習慣、歩行時間、飲酒、女性では年齢、運動習慣、歩行時間、飲酒、出産回数、初潮年齢、月経状況をアイテムとした。

男性では腰椎の骨密度に対して偏相関係数の最も高い項目は年齢階級（0.244）であった。カテゴリースコアについては、若年齢、運動習慣あり、1日の歩行時間が1時間未満、飲酒ありの場合、骨密度に対して正の方向に影響していたが、これ

ら4アイテムと骨密度との重相関係数は0.115と低かった。大腿骨頸部の骨密度に対して偏相関係数の高い項目は年齢階級（0.446）であり、飲酒（0.190）がそれに続いた。骨密度に対して正の方向に影響するカテゴリーは、若年齢、運動習慣なし、1日の歩行時間が1時間未満、飲酒ありであった。これら4アイテムと骨密度との重相関係数は0.306であった。

女性では腰椎の骨密度に対して偏相関係数の高い項目は年齢階級（0.351）、次いで飲酒（0.162）、月経状況（0.153）の順であった。カテゴリースコアについては、若年齢、運動習慣あり、1日の歩行時間が1時間未満、飲酒あり、出産回数が4回以上、初潮年齢が15歳以下、未閉経の場合、骨密度に対して正の方向に影響しており、これら7アイテムと骨密度との重相関係数は0.460であった。大腿骨頸部の骨密度に対して偏相関係数の高い項目は年齢階級（0.354）、月経状況（0.203）、運動習慣（0.118）の順であった。カテゴリースコアについては、若年齢、運動習慣あり、1日の歩行時間が1時間未満、飲酒あり、出産回数が4回以上、初潮年齢が15歳以下、未閉経の場合に骨密度に対して正の方向に影響しており、これら7アイテムと骨密度との重相関係数は0.469であった。

IV 考 察

骨折の原因として骨粗鬆症が重要視されるようになり、DXAの開発により、骨量を客観的にし

図7 骨密度に影響を及ぼす要因（数量化理論I類による分析）—男性—

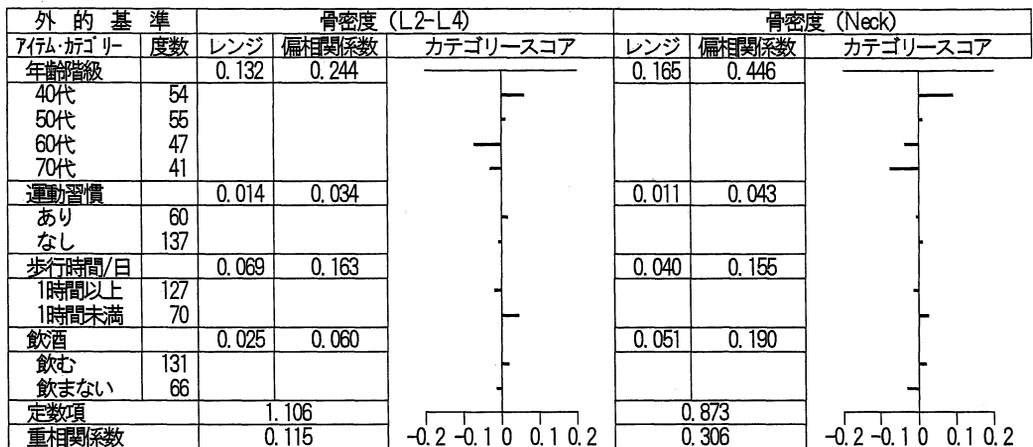
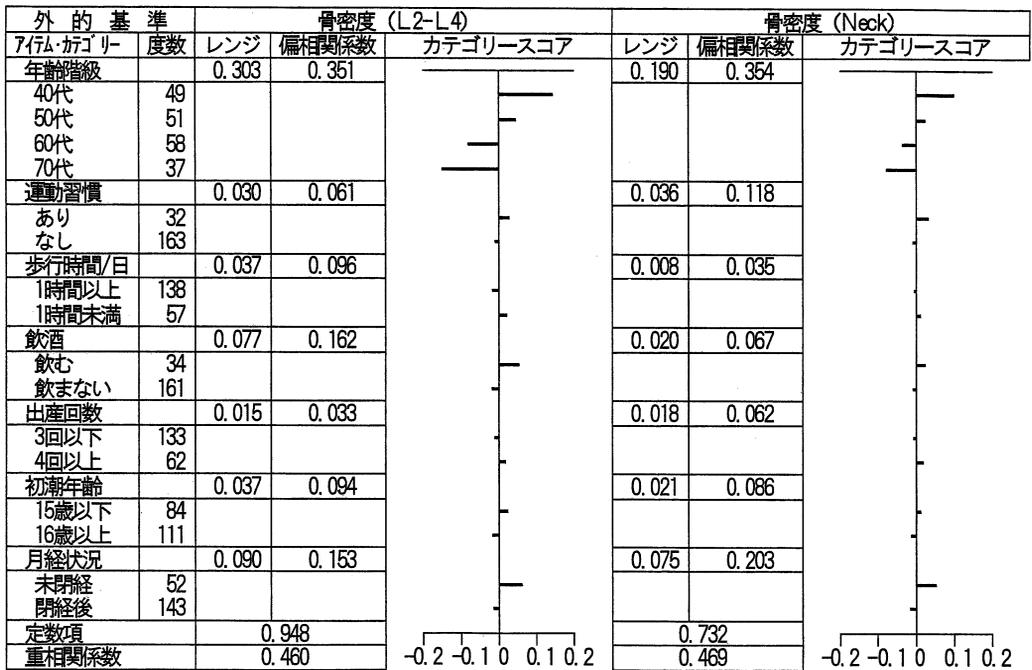


図 8 骨密度に影響を及ぼす要因 (数量化理論 I 類による分析) —女性—



かも正確に測定することが可能となった。今回測定に用いた Lunar DPX の再現性は腰椎で 0.6~1.18%，大腿骨で 0.65~1.4% といわれており、実際に 17 人のボランティアを測定した Tothill ら⁴⁾は、Lunar DPX の再現性は腰椎 (L2-L4)、大腿骨頸部でそれぞれ 0.9%、1.1% と報告している。我々は和歌山県美山村において、DXA 法を用いて一般地域住民の骨密度を測定し、骨密度に影響を及ぼす要因について検討した。すでに報告したが、骨密度は年齢とともに低くなり、女性は 40~79 歳の各年代で、腰椎、大腿骨頸部ともに男性に比べて低い骨密度を示しており²⁾、加齢および性は骨密度に影響を及ぼす重要な要因であるといえる。今回我々は骨密度に影響を及ぼす生活要因および女性の骨密度に及ぼす月経、出産歴の影響を明らかにするために検討を行った。喫煙の影響については、女性で喫煙習慣を有する者の頻度が少なかったため男性のみについて検討した。

運動と骨密度との関連については、今回の検討では 1 週間に 1 時間以上の運動、スポーツ習慣を有する 70 歳代女性の骨密度は運動しない者に比べて有意に高値を示した。運動量低下による骨塩量の減少はアメリカの宇宙飛行士の例などで知られ

ており⁵⁾、飛行中毎日運動を行った乗員の骨量減少率は、運動を行わなかった乗員に比べて少なかったと報告している。また Smith⁶⁾、Krøfner⁷⁾らは体操、歩行、ランニングなどの軽度から中等度の運動が高齢女性の骨量維持に有効であると報告している。今回運動の内容については検討できなかったが、1 週間に 1 時間以上という軽度の運動が 70 歳代女性では骨密度維持に有効であったと考えられる。老年期になると女性の骨量は低下していることが多く、強い運動負荷により脊椎圧迫骨折を生じることがあり、転倒の危険性も生じる。高齢者には歩行を中心とした運動が高血圧、高脂血症の予防などの観点からも勧められるが、歩行習慣と骨密度との関連に関する今回の検討では、1 日 1 時間以上の歩行習慣を有する者は 1 時間未満の者に比べて 40 歳代男性、50 歳代女性では逆に骨密度が低い結果となった。林⁸⁾はラットを使った実験で、ギブスで下肢を固定、または尾をつり上げて無荷重にした群では、コントロール群に比し、大腿骨内血流量が低下し、特に大腿骨近位部の血流量が低下すると報告している。このことから運動による骨量増加の機序として、骨内血流量が関与していると考えられる。また、Kagaya⁹⁾らの報

告では歩行中の下肢の血流量は、歩行速度が60～100 m/分の間では、速度が速いほど増加するが、それ以上の速度では増加しなかった。またランニング中の下肢の血流は、速度が180 m/分まではわずかに増加するが、180 m/分を越えると逆に有意に低下した。同村は山間部に位置し坂道が多い地域であり、また1日の歩行時間が1時間以上の者の頻度(男64.0%, 女71.0%)は全国平均(男48.9%, 女50.6%)¹⁰⁾と比べて高率である。一定以上の速度での歩行は逆に骨内血流減少につながり、骨密度維持に悪影響を及ぼす可能性が考えられる。さらに中高年者の運動が骨密度に及ぼす影響について、Cavanaugh¹¹⁾らの報告では49～64歳閉経後女性に1年間歩行運動を行った結果、腰椎骨密度の減少速度はコントロール群との間で差を認めなかった。また若年女性では、長距離選手などで運動習慣により骨量がむしろ減少することが報告されている¹²⁾。このように運動の骨量への影響については増加、減少または無反応という矛盾した現象があり、対象の差や検討方法の違いだけでは説明困難であると考えられ、さらに検討の余地がある。

牛乳摂取頻度別にみた骨密度の有意差は認めなかった。近年骨粗鬆症および骨折予防のためにカルシウム摂取、とりわけ乳・乳製品摂取の重要性が強調されている。この地域で毎日牛乳を摂取する者の頻度は男性24.6%, 女性31.0%と全国平均(男53.1%, 女57.5%)¹⁰⁾に比し、少なかった。Matkovic¹³⁾らは、高カルシウム摂取地域では低カルシウム摂取地域と比べ、手骨の骨塩量は高く、大腿骨頸部骨折の頻度が低いこと、最大骨量が高カルシウム摂取地域の方がはるかに高いことを報告し、高カルシウム摂取地域では若年期からのカルシウム蓄積によって老後の高い骨量が維持されていることを示唆した。若年期からの十分量のカルシウム摂取は最大骨量を増す方向に働くと考えられるが、今回は、牛乳摂取が比較的少ない地域での検討であり、また40歳以上の男女の最近の牛乳摂取状況と骨密度との関連についての検討である。乳・乳製品摂取と骨密度との関連については有意な結果ではなかったが、若年期からの乳・乳製品摂取状況など、さらに詳しい状況を調査し、今後検討を加えたい。

飲酒と骨量との関連については、1965年

Saville¹⁴⁾がアルコール飲用と骨量との相関を腸骨生検により見出して以来、アルコールと骨量減少との関連については多くの報告^{15,16)}がある。飲酒は骨のリモデリングを抑制し、アルコール中毒患者では骨芽細胞活性が低く、血清オステオカルシンは低値であり、骨密度が低いといわれているが、どの程度以上の飲酒がリスクとなるかは明らかではない。今回の検討では、むしろ飲酒群の方が非飲酒群に比べ高い骨密度を示した。今回飲酒習慣ありと答えた男性のうち、毎日アルコールを飲む者は66%であり、1日に飲む日本酒換算飲酒量は平均1.7合で、おおむね3合までの飲酒量であった。比較的少量の飲酒習慣は骨密度を低下させず、逆に増加させる可能性のあることが示唆され、骨喪失はさらに大量の飲酒を長期に続けた場合に起こるのではないかと考えられる。

喫煙は骨粗鬆症の危険因子であると言われ、その理由として喫煙によるエストロゲン代謝異常、腸管からのカルシウム吸収効率の低下などが考えられている。今回女性については喫煙者が少なく検討できなかったが、男性については喫煙との関連は有意ではなかった。

女性の骨密度減少に性ホルモンの不均衡が関与することは古くより予想され、その根拠としては閉経とともに骨塩量減少速度が増すこと、エストロゲン投与により骨塩量の回復をみることなどがあげられている。和歌山県での大腿骨頸部骨折発生頻度調査¹⁷⁾結果をみると、大腿骨頸部骨折の性・年代別発症頻度は、60歳以上で女性が男性を上回り、以後高い年代になるほど男女差が開く傾向が見られる。またすでに報告した性年齢別骨密度分布をみても女性の骨密度は男性に比べていずれの年代でも低く、女性は閉経前後の40歳代から60歳代にかけて、骨密度低下が著しい²⁾。これらのことから女性の骨密度低下要因として、加齢に加えて閉経の関与が考えられる。しかし骨密度減少は閉経前より始まっており、閉経がどの程度骨密度低下に関与しているかを明らかにするために閉経前群と年齢をマッチングさせた閉経後群との比較により閉経の影響について検討した。設定したコホートから年齢をマッチングさせ、要因の有無別に10人を抽出することができた。少ない標本数であるが、閉経後群の骨密度は閉経前群と比べて、腰椎および大腿骨頸部の両部位で有意に低い

値を示し、閉経は加齢とともに女性の骨密度低下に影響する重要な因子であると考えられた。

出産歴と骨折との関連については、Wyshak¹⁸⁾が老人ホームの高齢女性の既往歴の調査から、子どもの数が4人以上の者は3人以下の者に比べ、大腿骨頸部骨折の頻度が有意に高いと報告している。今回我々は出産回数を同様に分類し、大腿骨頸部の骨密度との関連について検討した結果、出産回数4回以上の者の大腿骨頸部骨密度は、3回以下の者に比べて60歳代で有意に高く、出産回数の多い女性で大腿骨頸部骨密度が低いという傾向は認めなかった。

初潮年齢、月経年数との関連については、初潮が早く、月経周期が長期にわたった者で、骨密度が維持される傾向を認め、エストロゲンの分泌される期間の長い者の方が骨密度が維持される可能性が考えられた。ただしその傾向は閉経後間もない50歳代で著明で、60歳代、70歳代では顕著ではなかった。このことから、骨密度に影響を及ぼす要因としては年齢および閉経の方がより重要な因子であると考えられる。

以上の項目の中で骨密度に影響を及ぼす要因を明らかにするために骨密度を外的基準、有意差の認められた項目を説明変数とし、数量化理論I類を用いて検討を行った。男女とも、また腰椎、大腿骨頸部ともに、年齢の影響が最も大きく、高齢は骨密度を減少させる方向に影響した。また女性では次に閉経の影響が大きかったが、高齢および閉経はいずれも予防可能な要因である。年齢、月経状況以外で予防可能な項目の中では、飲酒が男女ともいずれの部位でも骨密度を増加させる方向に影響し、週1時間以上の運動は男性の腰椎、女性の腰椎と大腿骨頸部で骨密度を増加させる方向に影響した。しかしながら週1時間以上の歩行は骨密度を減少させる方向に影響した。骨密度に影響を及ぼす要因について多変量解析を用いた研究としては、渡辺¹⁹⁾らは両側付属器摘出後の40～70歳女性を対象とし、腰椎骨密度に影響を及ぼす生活要因について数量化理論I類を用い検討した結果、肥満、牛乳摂取、運動の継続、少量の飲酒が骨塩量を増加させる方向に関与していると報告している。骨密度との偏相関係数は飲酒0.61、牛乳摂取量0.57、肥満度0.55、運動0.45の順に高く、年齢との偏相関係数は0.07と低値であり、年

齢の関与に比し生活要因の影響の方が大きい。また宮村²⁰⁾らは腰椎骨密度におよぼす要因について重回帰分析を用いて検討し、年齢、BMI、腰痛の有無、食品群の摂取頻度得点が指標となり、骨粗鬆症予防には栄養指導が重要であると報告している。今回の我々の検討では、年齢、閉経の影響の大きさに比べて生活要因の影響は小さく、ライフスタイルから骨粗鬆症を予防することは難しいと考えられる。しかし女性の腰椎では飲酒の影響が年齢について大きく、大腿骨頸部骨密度については運動の影響が年齢、月経状況について大きく、少量の飲酒、運動習慣による骨粗鬆症予防の可能性が示唆された。今後この集団をさらに追跡し骨粗鬆症予防要因について検討を続ける予定である。また今回の検討では運動、歩行の骨密度への影響について矛盾した結果が得られたが、質問調査により歩行時間を聴取しているため、調査方法の問題もあり、また同村が山間部に位置し、坂道が多いという地域特性もあるので、今後本地域における運動習慣状況を運動種類別に、歩行に関しては万歩計などによる客観的な情報を入手し、骨密度に対する運動、歩行の影響を究明したいと考えている。

V 結 論

地域住民を対象に中高年の骨密度に影響を及ぼす要因について検討し、以下の成績を得た。

1. 運動習慣を有する70歳代女性の腰椎および大腿骨頸部骨密度は運動習慣のない者に比べて有意に高かった。歩行時間が1日1時間以上の者の腰椎骨密度は1時間未満の者に比べて40歳代男性、50歳代女性で有意に低値を示した。
2. 牛乳摂取状況と骨密度との関連については有意差を認めなかった。
3. 飲酒習慣を有する60歳代および70歳代男性の大腿骨頸部骨密度は、飲酒しない者に比べ有意に高値であった。男性の喫煙と骨密度との関連については有意差を認めなかった。
4. 出産回数の多い60歳代女性の大腿骨頸部骨密度は、少ない者に比べて有意に高かった。
5. 閉経後女性の腰椎および大腿骨頸部骨密度は閉経前女性と比べて有意に低かった。
6. 数量化理論I類による検討では年齢と女性では閉経の影響が大きかったが、飲酒および女性

の運動は骨密度を増加させる方向に影響し、生活要因からの骨粗鬆症予防の可能性が示唆された。

(受付 1995. 8. 2)
(採用 1995.11.15)

文 献

- 1) Kasamatsu T, et al. Epidemiological Study on the Bone Mineral Density of Inhabitants in Miyama Village, Wakayama Prefecture (Part I) Background of Study Population and Sampling Method. *J Bone Miner Metab* 1991; 9, Suppl: 50-55.
- 2) Kinoshita H, et al. Epidemiological Study on the Bone Mineral Density of Inhabitants in Miyama Village, Wakayama Prefecture (Part II). Bone Mineral Density of the Spine and Proximal Femur. *J Bone Miner Metab* 1991; 9, Suppl: 56-60.
- 3) 青木國雄, 他. コホート研究による発がん要因の評価に関する研究. 昭和63年度文部省科学研究補助金による「がん」特別研究研究報告集録昭和63年度版. 1989, 52-54.
- 4) Tothill P, Fenner J AK, Reid D M. Comparisons between three dual-energy X-ray absorptiometers used for measuring spine and femur. *Br J Radiol* 1995; 68: 621-629.
- 5) Mack P B, et al. Bone demineralization of foot and hand of Gemini-Titan IV, V and VII astronauts during flight. *Am J Roent* 1967; 100: 503-511.
- 6) Smith E L, Reddan W, Smith PE, et al. Physical activity and calcium modalities for bone mineral increase in aged women. *Med Sci Sports Exer* 1981; 13: 60-64.
- 7) KrøIner B, et al. Physical exercise as prophylaxis against involuntal vertebral bone loss: a controlled trial. *Clin Sci* 1983; 64: 541-546.
- 8) 林 泰史. 骨粗鬆症と運動. *体力力学* 1994, 43: 195-199.
- 9) Kagaya A. Levelling-off of Calf Blood Flow During Walking and Running, and its Relationship to Anaerobic Threshold. *Ann Physiol Anthropol* 1990; 9: 219-224.
- 10) 鈴木貞夫, 玉腰暁子. がんコホート研究の基礎問診調査—項目別, 性・年齢(5歳階級)別分布—愛知県, 愛知県がんセンター内文部省がんコホート研究班, 1993.
- 11) Cavanaugh D J, Cann CE. Brisk Walking does not Stop Bone Loss in Postmenopausal Women. *Bone* 1988; 9: 201-204.
- 12) Marcus R, et al., Menstrual Function and Bone Mass in Elite Women Distance Runners. *Ann Int Med* 1985; 102: 158-163.
- 13) Matkovic V, et al. Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J Clin Nutr* 1992; 32: 540-549.
- 14) Saville P D. Changes in bone mass with age and alcoholism. *J Bone Joint Surg* 1965; 47-A: 492-499.
- 15) Spencer H, et al. Chronic Alcoholism, Frequently Over looked Cause of Osteoporosis in Men. *Am J Med* 1986; 80: 393-397.
- 16) Bikle DD, et al. Bone Disease in Alcohol Abuse. *Ann Intern Med* 1985, 103 42-48.
- 17) 橋本 勉, 吉村典子, 壇上茂人. 日本人における老人の転倒・骨折の実態. 別冊総合ケア 1991: 26-32.
- 18) Wyshak G. Hip Fracture in Elderly Women and Reproductive History. *J Gerontol* 1981; 36: 424-427.
- 19) 渡辺美鈴, 他. 閉経女性における骨塩量と生活調査に関する研究. *厚生指標* 1992; 39: 22-28.
- 20) 宮村季浩, 他. 骨粗鬆症危険因子の骨塩量に与える影響についての検討. *日本公衛誌* 1994; 41: 1122-1130.

A POPULATION BASED STUDY ON FACTORS RELATED TO BONE MINERAL DENSITY IN WAKAYAMA PREFECTURE

Akiko UEDA*, Noriko YOSHIMURA*, Seiji MORIOKA*,
Takahiro KASAMATSU*, Hirofumi KINOSHITA*, Tsutomu HASHIMOTO*

Key Words: Osteoporosis, Bone mineral density, DXA, Lifestyle, Reproductive history, Menopause

For evaluation of the community health program, 1543 inhabitants aged 40–79 years were recruited as cohort members in Miyama Village, Wakayama Prefecture. In this cohort, bone mineral density (BMD) of 400 subjects, 50 males and 50 females each randomly selected from each of four age strata, was measured at the lumbar spine and femur neck by dual energy X-ray absorptiometry. Information on exposure to possible risk factors was obtained from a self-administered questionnaire.

The results were as follows; BMD at the lumbar spine and femur neck in women aged 70–79 who maintained an exercise habit (\geq one hour/week) was significantly higher than women with no exercise habit. The BMD at the femur neck in men aged 60–79 with alcohol drinking habit was significantly higher than those with no drinking habit. Significant correlation was not seen between milk intake or smoking and the BMD.

BMD at the femur neck in women aged 60–69 with multiple child births (≥ 4) were significantly higher than those with fewer child births. The BMD in women aged 50–59 with earlier onset of menarche was higher than those with late menarche. Significant reduction in BMD of postmenopausal women was observed compared to premenopausal women analyzed after matching for age.

The result of analysis of quantification method of the first type showed that age and menopause had a marked effect on BMD. Concerning lifestyles as other factors, a positive correlation was observed between BMD and drinking for men and exercise for women. These factors appear to be useful indicators of risk for osteoporosis.

* Wakayama Medical College